

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Oktober 2004 (07.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/085248 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B64C 27/33

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014215

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2003 (13.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 13 982.6 27. März 2003 (27.03.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): EUROCOPTER DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Industriestrasse 4, 86609 Donauwörth (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): DENECKE, Ulrich [DE/DE]; Hohenbrunner Str. 1, 85579 Neubiberg

(DE). KUNTZE-FECHNER, Gerald [DE/DE]; Allgaustrasse 15, 83666 Waakirchen (DE). BANSEMIR, Horst [DE/DE]; Geitnerweg 4, 81825 München (DE). EMMERLING, Stefan [DE/DE]; Arastrasse 23, 85579 Neubiberg (DE).

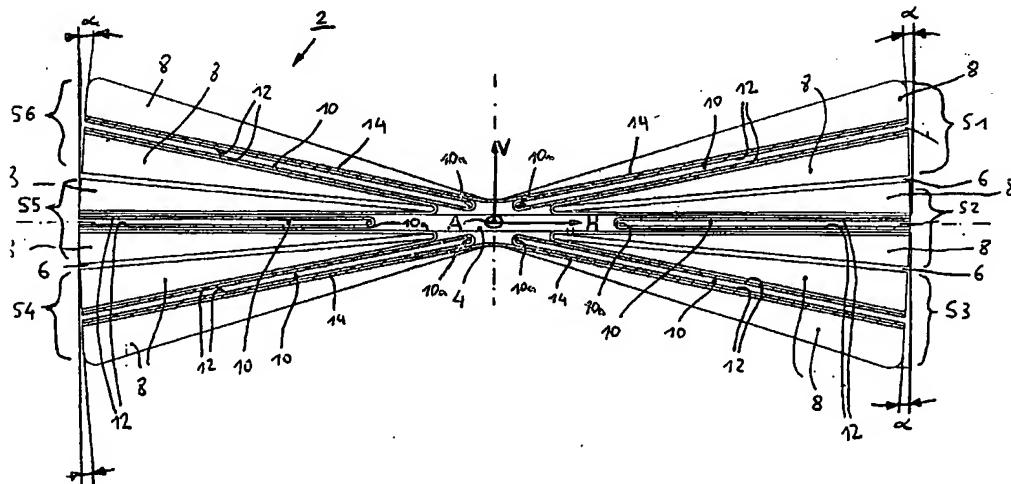
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRILLING ELEMENT FOR A BEARINGLESS ROTOR

(54) Bezeichnung: DRILLELEMENT FÜR EINEN LAGERLOSEN ROTOR



(57) Abstract: Disclosed is a drilling element (2) for a bearingless rotor, which is made mostly of composite fiber material and the cross section of which has a substantially symmetric, flattened shape that has approximately the contour of a horizontal, central section of a double cone. Also disclosed is a bearingless rotor comprising at least one such drilling element (2). The invention further relates to a rotorcraft, particularly a helicopter, comprising at least one rotor that is provided with at least one such drilling element (2).

(57) Zusammenfassung: Drillelement (2) für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, mit einer im wesentlichen symmetrischen, abgeflachten Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Lagerloser Rotor, umfassend mindestens ein solches Drillelement (2). Drehflügel-Flugzeug, insbesondere Hubschrauber, umfassend mindestens einen Rotor mit mindestens einem solchen Drillelement (2).

WO 2004/085248 A1



PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Drillelement für einen lagerlosen Rotor

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Drillelement für einen lagerlosen Rotor. Ferner betrifft die Erfindung einen lagerlosen Rotor mit einem solchen Drillelement sowie ein Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, mit einem solchen Rotor.

STAND DER TECHNIK

Aus der EP 0 323 857 B1 ist eine an einem Rotormast anzubringende Biegeplatte bekannt, umfassend einen Rotormast-Befestigungsabschnitt, einen an einem freien Ende der Biegeplatte angeordneten Rotorblatt-Befestigungsabschnitt in Form von zwei Buchsen sowie einen zwischen dem Rotormast-Befestigungsabschnitt und dem Rotorblatt-Befestigungsabschnitt befindlichen schwenkweichen und torsionsweichen Zwischenbereich, der ein Drillelement bildet. Das Drillelement besitzt einen annähernd H-förmigen Querschnitt, der aus einem mittleren, streifenförmigen Element und zwei dazu seitlich angeordneten Elementen gebildet ist, die jeweils eine Querschnittsform in der Gestalt eines liegenden Y besitzen. Die Schenkel des Y-förmigen Querschnittsbereichs sind stark abgespreizt. Der H-förmige Querschnitt bzw. seine zusammengesetzten Einzelemente weisen eine im Wesentlichen konstante Materialdicke auf. Die Biegeplatte ist weitgehend aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Aufgrund der H-förmigen Querschnittsgestaltung sowie der starken Abspreizung der Schenkel des Y-förmigen Querschnittsbereichs kann es bei einer Torsion des Drillelementes zu einer ungünstigen Verwölbung des Querschnittsprofils kommen.

Aus der US-P-5 358 381 ist ein an einem Rotormast anzubringendes Joch bekannt, umfassend einen Rotormast-Befestigungsabschnitt, einen sich daran anschließenden plattenförmigen schlagweichen Bereich, einen an einem freien Ende des Jochs angeordneten Rotorblatt-Befestigungsabschnitt in Form von zwei Buchsen sowie einen zwischen dem schlagweichen Bereich und dem Rotorblatt-Befestigungsabschnitt befindlichen schwenk- und torsionsweichen Zwischenbereich,

der ein Drillelement bildet. Das Drillelement besitzt einen sternförmigen Querschnitt mit sechs Stegen oder Armen (dort als „flanges“ bezeichnet). Die Stege, die eine im wesentlichen konstante Materialdicke besitzen, sind relativ zueinander stark abgespreizt angeordnet. Das Joch ist weitgehend aus Faserverbundwerkstoff 5 hergestellt. Die einzelnen Stege besitzen eine Außenlage aus einem Fasergewebe. Aufgrund der erläuterten Querschnittsgestaltung sowie der starken Abspreizung der Stege bzw. Arme kann es bei einer Torsion des Drillelementes zu einer ungünstigen Verwölbung des Querschnittsprofils kommen.

10 Die DE-OS-2917301 offenbart einen lagerlosen Rotor mit einem schlag-, schwenk- und torsionsweichen Strukturelement. Die Torsionsweichheit verleiht dem Strukturelement neben den schlag- und schwenkweichen Eigenschaften die Eigenschaft eines Drillelementes. Dieses Drillelement besitzt eine im wesentlichen T-förmige oder kreuzförmige Querschnittsgestalt. Die einzelnen Stege bzw. Arme des 15 T-förmigen oder kreuzförmigen Querschnitts, die eine im wesentlichen konstante Dicke besitzen, sind geschlitzt ausgebildet.

Für bestimmte Anwendungen, wie z.B. Kipprotoren für ein als Kipprotorhubschrauber 20 ausgestaltetes Drehflügelflugzeug, ist es erforderlich, den Anschluss eines Rotorblattes möglichst schwenksteif auszugestalten. Aufgrund der am Rotor auftretenden hohen Belastungen ist hierbei eine hohe Festigkeit des Drillelementes erforderlich. Würden man für einen solchen Einsatzzweck die konventionellen Drillelemente in unveränderter Form verwenden, so würde dies zu einer zu schwenkweichen Anbindung eines Rotorblattes an einem Rotorkopf führen. Ferner 25 wäre die Festigkeit des Drillelementes nicht mehr hinreichend gewährleistet. Falls man hingegen die vorbekannten Drillelemente hinreichend schwenksteif und stabil ausgestaltete, so wären die Drillelemente aufgrund der daraus resultierenden, zu hohen Torsions- bzw. Drillsteifigkeit nicht mehr genügend verdrehbar, was sich insbesondere auf die Steuerbarkeit eines mit einem solchen Drillelement 30 ausgestatteten Rotors nachteilig auswirken kann. Darüber hinaus besäßen solche Drillelemente ein recht hohes Gewicht und einen sehr großen Gesamtquerschnitt, was sowohl aus aerodynamischem Gründen als auch im Hinblick auf ein möglichst geringes Leergewicht eines Drehflügelflugzeugs nicht erstrebenswert ist. Schließlich sind die vorbekannten Drillelemente auch sehr lang, was aus aerodynamischer Sicht

nachteilig ist, da der Gesamtluftwiderstand des Drillelementes recht hoch ist und darüber hinaus ein relativ großer Bereich eines Rotorradius nicht für einen aerodynamisch wirksamen Bereich eines Rotorblattes genutzt werden kann.

5 DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kompaktes Drillelement mit einer hohen Schwenksteifigkeit bei geringer Torsions- bzw. Drillsteifigkeit und gleichzeitig hoher Torsions bzw. Drillfestigkeit zu schaffen. Ferner soll ein lagerloser Rotor und ein
10 Drehflügelflugzeug mit einem solchen Drillelement bereit gestellt werden.

Die vorhergenannte Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch ein erfindungsgemäßes Drillelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

15 Dieses Drillelement für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, verfügt über eine im wesentlichen symmetrische, abgeflachte Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Man kann auch sagen, die Umrissform besitzt eine Gestalt ähnlich einer „Fliege“ oder einer liegenden
20 Sanduhr, oder die Form von zwei schmalen, liegenden, im wesentlichen gleichschenkligen Dreiecken, die im Bereich ihren einander zugewandten Spitzen miteinander verbunden sind. Im weitesten Sinne könnte man die Umrissform auch noch als X-förmig bezeichnen, wobei jedoch die Bereiche zwischen zwei benachbarten Schenkeln des „X“ weitestgehend durch Faserverbundwerkstoffmaterial
25 ausgefüllt sind.

Das erfindungsgemäßes Drillelement besitzt eine sehr hohe Schwenksteifigkeit bei gleichzeitig geringer Torsions- bzw. Drillsteifigkeit und einer hohen Torsions bzw. Drillfestigkeit. Es ist bei einer Verdrehung weitgehend verwölbungsfrei. Das
30 erfindungsgemäßes Drillelement weist gleichzeitig einen vergleichsweise kompakten Gesamtquerschnitt bei hoher Festigkeit auf. Das erfindungsgemäßes Drillelement ist damit besonders für Kipprotoranwendungen geeignet. Weil das erfindungsgemäßes Drillelement, wie zuvor erwähnt, sehr verdrehweich ist, kann es bei einem vorgegebenen Verdrehwinkelbereich auch erheblich kürzer als vorbekannte

Drillelemente ausgestaltet werden. Die Länge des erfindungsgemäßen Drillelementes ist bis auf ca. ein Drittel der Länge eines konventionellen, vorbekannten Drillelementes reduzierbar. Daraus resultieren in Verbindung mit dem kompakten Gesamtquerschnitt wiederum erhebliche aerodynamische Vorteile: im Rotorbetrieb wird der 5 Gesamtluftwiderstand des Drillelementes reduziert, und die durch die mögliche Verkürzung des Drillelementes gewonnene Anteil einer Rotorradiuslänge kann für aerodynamisch wirksame Rotorblattbereiche eines Rotorblattes genutzt werden. Dies reduziert wiederum den Gesamtwiderstand des Rotors und erhöht dessen aerodynamische Güte.

10

Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale des erfindungsgemäßen Drillelementes sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 13.

15 Die oben genannte Aufgabe wird gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch einen lagerlosen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Darüber hinaus wird die oben genannte Aufgabe gemäß einem dritten Aspekt gelöst durch ein erfindungsgemäßes Drehflügelflugzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

20 Die mit dem erfindungsgemäßen lagerlosen Rotor und dem erfindungsgemäßen Drehflügelflugzeug erzielbaren Vorteile sind im wesentlichen die gleichen, wie Sie oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Drillelement erläutert wurden.

25 Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zusätzlichen Ausgestaltungsdetails und weiteren Vorteilen ist nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben und erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

30 Die **Figur** zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Drillelementes.

DARSTELLUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

In der Figur ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Drillelementes 2 für einen lagerlosen Rotor dargestellt. Das Drillelement 2 ist 5 weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Wie in der Zeichnung deutlich erkennbar, besitzt es eine symmetrische, abgeflachte Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Die horizontale Mittelachse des Drillelement-Querschnitts ist mit dem Bezugszeichen H und die vertikale Mittelachse mit dem Bezugszeichen V 10 gekennzeichnet. Man kann auch sagen, der Umriss des Drillelement-Querschnitts besitzt annähernd die Gestalt von zwei relativ schmalen, liegenden, im wesentlichen gleichschenkligen Dreiecken, die symmetrisch zur horizontalen und vertikalen Mittelachse H, V ausgerichtet und im Bereich ihrer einander zugewandten Spitzen miteinander verbunden sind. Diese Umriss- oder Querschnittsform ist nahezu 15 vollständig mit Faserverbundmaterial ausgefüllt, wie nachfolgend noch näher erläutert werden wird. Die Längsrichtung bzw. Längsachse des Drillelementes ist mit dem Bezugszeichen A angedeutet. Die Längsachse A verläuft vorzugsweise radial zum Rotorkreis des Rotors bzw. erstreckt sich im wesentlichen parallel zu der Längsrichtung eines Rotorblattes des Rotors.

20 Wie aus der Figur des weiteren hervorgeht, ist die zuvor beschriebene Drillelement-Querschnittsform durch zwei einander um die vertikale Mittelachse V spiegelsymmetrisch seitlich gegenüberliegende gleichartige Gruppen (s1 bis S3 und S4 bis S6) von Stegen S1 bis S6 gebildet. Die Stege S1 bis S6 besitzen einen 25 gemeinsamen dünnen, abgeflachten Wurzelbereich 4, der sich in einem Bereich um die Längsachse A herum erstreckt und einen Mittenabschnitt der Drillelement-Querschnittsform darstellt. Die Stege S1 bis S6 münden in diesen Wurzelbereich 4 bzw. gehen von diesem aus.

30 Die Stege S1 bis S6 einer jeweiligen Gruppe (S1 bis S3 und S4 bis S6) sind auf jeder Seite der vertikalen Achse V durch schmale Zwischenpalte 6 voneinander getrennt übereinander angeordnet. Die Dicke der jeweiligen Stege S1 bis S6 nimmt ausgehend vom Wurzelbereich 4 nach außen zu den freien lateralen Seitenrändern des Drillelementes 2 hin zu. Die Stege S1 bis S6 besitzen eine sehr geringe Spreizung

relativ zueinander. Die Stege S1 bis S6 selbst weisen jeweils eine keilförmige Querschnittsform in der Art eines liegenden oder geringfügig schräg gestellten schmalen Dreiecks auf, dessen Spitze in den Wurzelbereich 4 mündet.

- 5 Darüber hinaus weisen die Stege S1 bis S6 in diesem Ausführungsbeispiel nicht nur im Bereich der lateralen Seiten der Drillelement-Querschnittsform, sondern im wesentlichen über ihre nahezu gesamte keilförmige Querschnittsform hinweg unidirektionale, hoch dehnbare Verstärkungsfaserpakete 8 auf, die in eine geeignete Matrix, z.B. ein Epoxydharz, eingebettet sind und ebenfalls eine weitgehend
- 10 keilförmige Querschnittsform mit einer nach außen hin zunehmenden Dicke besitzen. Die Fasern der unidirektionale Verstärkungsfaserpakete 8 verlaufen in Längsrichtung A des Drillelementes 2 und damit in Fliehkraftrichtung eines dem Drillelement 2 zugeordneten Rotorblattes (nicht gezeigt) des Rotors.
- 15 Die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 erstrecken sich bis zur Außenkontur des Drillelement-Querschnittes. Anders als beim Stand der Technik sind die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 an der Außenkontur des Drillelement-Querschnittes also nicht durch eine Fasergewebedeckschicht oder dergleichen, die über eine multidirektionale Faseranordnung verfügt, abgedeckt bzw. überlaminiert. Die
- 20 Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 sind vorzugsweise Kohlefasern. Je nach Anwendungsfall können die Verstärkungsfaserpakete 8 jedoch zusätzlich einem geringen Anteil anderer Faserarten enthalten oder sogar aus anderen Faserarten hergestellt sein.
- 25 Die Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 liegen in den im Rotorbetrieb durch Schwenkbewegungen des Rotorblattes am stärksten gedehnten Querschnittsbereichen des Drillelementes 2 und können hier sehr hohe Belastungen aufnehmen. Die zuvor genannten Ausgestaltungsform des Drillelement-Querschnittes und insbesondere seiner Stege S1 bis S6 und unidirektionale
- 30 Verstärkungsfaserpakete 8 stellt somit sicher, dass trotz einer vergleichsweise geringen Drillelement-Querschnittsbreite eine hohe Schwenksteifigkeit erzielbar ist.

Wie in der Zeichnung des weiteren dargestellt, sind die Stege S1 bis S6 in Längsrichtung des Drillelementes 2 jeweils geschlitzt ausgebildet. Pro Steg S1 bis S6

ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Schlitz 10 vorgesehen. Grundsätzlich können im Drillelement-Querschnitt zusätzlich zu geschlitzten Stegen S1 bis S6 jedoch auch Stege vorhanden sein, die keine Schlitze aufweisen. Bei den gezeigten Stegen S1 bis S6 erstreckt sich der jeweilige Schlitz 10 ausgehend von einem freien lateralen

5 Seitenrand der Drillelement-Querschnittsform in Richtung zu dem Wurzelbereich 4 und endet kurz vor diesem. Im vorliegenden Fall sind die Schlitze 10 der oberen und unteren Stege S1, S3 und S4, S6 gleich tief, während die Schlitze 10 der jeweils mittleren Stege S2 und S5 demgegenüber eine geringere Tiefe aufweisen. Die Schlitze 10 sind im wesentlichen geradlinig ausgebildet. Die jeweiligen

10 Schlitzlängsachsen bzw. deren Verlängerungen überkreuzen sich vorzugsweise im Mittelpunkt (hier: Längsachse A) der Drillelement-Gesamtquerschnittsform, wie im gegebenen Ausführungsbeispiel, in unmittelbarer Nähe des Mittelpunktes durch den Wurzelbereich 4.

15 Der Schlitz 10 eines jeweiligen Steges S1 bis S6 verläuft zwischen (mindestens) zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpakten 8. In unmittelbarer Nähe seines Schlitzes 10 weist ein jeweiliger Steg S1 bis S6 mindestens eine Verstärkungsfasergewebelage 12 auf, die ausgehend von einer lateralen Schlitzöffnung U-förmig oder schlaufenförmig um einen Schlitzboden 10a und die

20 innerhalb des Steges S1 bis S6 befindliche Schlitzkontur herum verläuft. Auch diese U-förmige oder schlaufenförmige Verstärkungsfasergewebelage 12 befindet sich somit zwischen zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpakten 8 und ist an diese angeklebt bzw. anlaminiert.

25 Wie aus der Figur überdies hervorgeht, sind jeweils zwei Stege S1, S6 und S3, S4, die sich an der Ober- und Unterseite der Drillelement-Querschnittsform paarweise gegenüberliegen, mit mindestens einer Verstärkungsfaserlage 14 ausgestattet, die sich über die Breite des jeweils einen Steges S1, S3 und über den Wurzelbereich 4 hinweg durchgehend zu dem jeweils anderen, gegenüberliegenden Steg S6, S4 und

30 über dessen Breite erstreckt. Bei der Verstärkungsfaserlage 14 handelt es sich vorzugsweise um ein Fasergewebe. Aus der Zeichnung ist erkennbar, dass die jeweilige Verstärkungsfaserlage 14 (oben und unten) im Wurzelbereich 4 bis an die Außenkontur des Drillelement-Querschnitts reicht.

Die lateralen Seitenflächen der Stege S1 bis S6 sind oberhalb und unterhalb der horizontalen Mittelachse H zu der vertikalen Mittelachse V hin abgeschrägt bzw. um einen Winkel α geringfügig geneigt.

5 Je nach Anwendungsfall kann die Anzahl der Stege variieren und eine geringere oder höhere Anzahl als die oben beschriebenen sechs Stege S1 bis S6 annehmen.

Das erfindungsgemäße Drillelement 2 ist vorzugsweise integraler Bestandteil eines Rotorblattes, eines Rotorblatt-Verbindungselementes, eines Rotorblatt-

10 Anschlusselementes oder eines Rotorkopfelementes (z.B. eine Rotorkopfplatte oder ein Rotorkopfjoch). Es kann jedoch auch als separates Bauteil ausgestaltet werden.

Das Drillelement 2 kann an seinen Endbereichen Verbindungselemente zum Anschließen von angrenzenden Bauteilen (z.B. für ein Rotorblatt, falls das Drillelement als separates Bauteil oder als integrales Bauteil eines

15 Rotorkopfelementes ausgestaltet ist) aufweisen.

Das erfindungsgemäße Drillelement 2 ist besonders als Komponente eines lagerlosen Rotors geeignet. Erfindungsgemäß ist ein Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, insbesondere ein Kipprotorhubschrauber, mit mindestens einem

20 lagerlosen Rotor und mit mindestens einem solchen Drillelement 2 ausgestattet.

Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzmfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

5

2 Drillelement

4 Wurzelbereich / Mittenabschnitt von 2

6 Zwischenpalte

8 Unidirektionale Verstärkungsfaserpakete

10 10 Schlitz

10a Schlitzboden

12 U-förmige oder schlaufenförmige Verstärkungsfasergewebelagen

14 Durchgehende Verstärkungsgewebelagen

15 S1 Steg

S2 Steg

S3 Steg

S4 Steg

S5 Steg

20 S6 Steg

α Neigungswinkel / Abschrägung

Patentansprüche

1. Drillelement (2) für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, mit einer im wesentlichen symmetrischen, abgeflachten Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt.
2. Drillelement (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Drillelement-Querschnittsform durch zwei einander seitlich gegenüberliegende gleichartige Gruppen von Stegen (S1 bis S6) gebildet ist, wobei die Stege (S1 bis S6) einer jeweiligen gleichartigen Gruppe (S1 bis S3 und S4 bis S6) ausgehend von einem gemeinsamen dünnen Wurzelbereich (4), der einen Mittenabschnitt der Drillelement-Querschnittsform bildet und in den die Stege (S1 bis S6) beider Gruppen münden, durch schmale Zwischenpalte (6) voneinander getrennt übereinander angeordnet sind und die Dicke der jeweiligen Stege (S1 bis S6) zu den freien lateralen Seitenrändern des Drillelementes (2) hin zunimmt.
3. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stege (S1 bis S6) jeweils eine keilförmige Querschnittsform besitzen, deren Spitze in den Wurzelbereich (4) mündet.
4. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stege (S1 bis S6) zumindest im Bereich der lateralen Seiten der Drillelement-Querschnittsform unidirektionale Verstärkungsfaserpakete (8) aufweisen, deren Fasern in Längsrichtung (A) des Drillelementes (2) verlaufen.

5. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete (8) bis zur Außenkontur des
Drillelement-Querschnittes erstrecken.
- 10 6. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete (8) Kohlefasern sind.
- 15 7. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stege (S1 bis S6) in Längsrichtung des Drillelementes (2) jeweils
mindestens einmal geschlitzt (10) sind, wobei sich der jeweilige mindestens
eine Schlitz (10) ausgehend von einem freien lateralen Seitenrand der
Drillelement-Querschnittsform in Richtung zu dem Wurzelbereich (4) erstreckt.
- 20 8. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Slitze (10) im wesentlichen geradlinig ausgebildet sind und sich die
jeweiligen Schlitzlängsachsen oder deren Verlängerungen im Mittelpunkt (A)
der Drillelement-Querschnittsform überkreuzen oder in unmittelbarer Nähe des
Mittelpunktes (A) durch den Wurzelbereich (4) verlaufen.
- 25 9. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der mindestens eine Schlitz (10) eines Steges (S1 bis S6) jeweils zwischen
mindestens zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpaketen (8)
verläuft.
- 30 10. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein jeweiliger Steg (S1 bis S6) in unmittelbarer Nähe seines Schlitzes (10)
mindestens eine Verstärkungsfasergewebelage (12) aufweist, die ausgehend

von einer lateralen Schlitzöffnung U-förmig oder schlaufenförmig um einen Schlitzboden (10a) und die innerhalb des Steges (S1 bis S6) befindliche Schlitzkontur herum verläuft und sich zwischen zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpaketen (8) befindet.

5

11. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
jeweils zwei Stege (S1, S6; S3, S4), die sich an der Ober- und Unterseite der Drillelement-Querschnittsform paarweise gegenüberliegen, mindestens eine Verstärkungsfaserlage (14) aufweisen, sich über die Breite des jeweils einen Steges (S1; S3) und über den Wurzelbereich (4) hinweg durchgehend zu dem jeweils anderen, gegenüberliegenden Steg (S6; S4) und über dessen Breite erstreckt.

10

- 15 12. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die lateralen Seitenflächen der Stege (S1 bis S4) oberhalb und unterhalb einer horizontalen Mittelachse (H) des Drillelement-Querschnitts zur einer vertikalen Mittelachse (V) des Drillelement-Querschnitts hin abgeschrägt (α) sind.

20

13. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
dieses integraler Bestandteil eines Rotorblattes, eines Rotorblatt-Verbindungselementes, eines Rotorblatt-Anschlusselementes oder eines Rotorkopflementes ist.
14. Lagerloser Rotor, umfassend mindestens ein Drillelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

25

- 30 15. Drehflügelflugzeug, insbesondere Hubschrauber, umfassend mindestens einen lagerlosen Rotor mit mindestens einem Drillelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

1/1

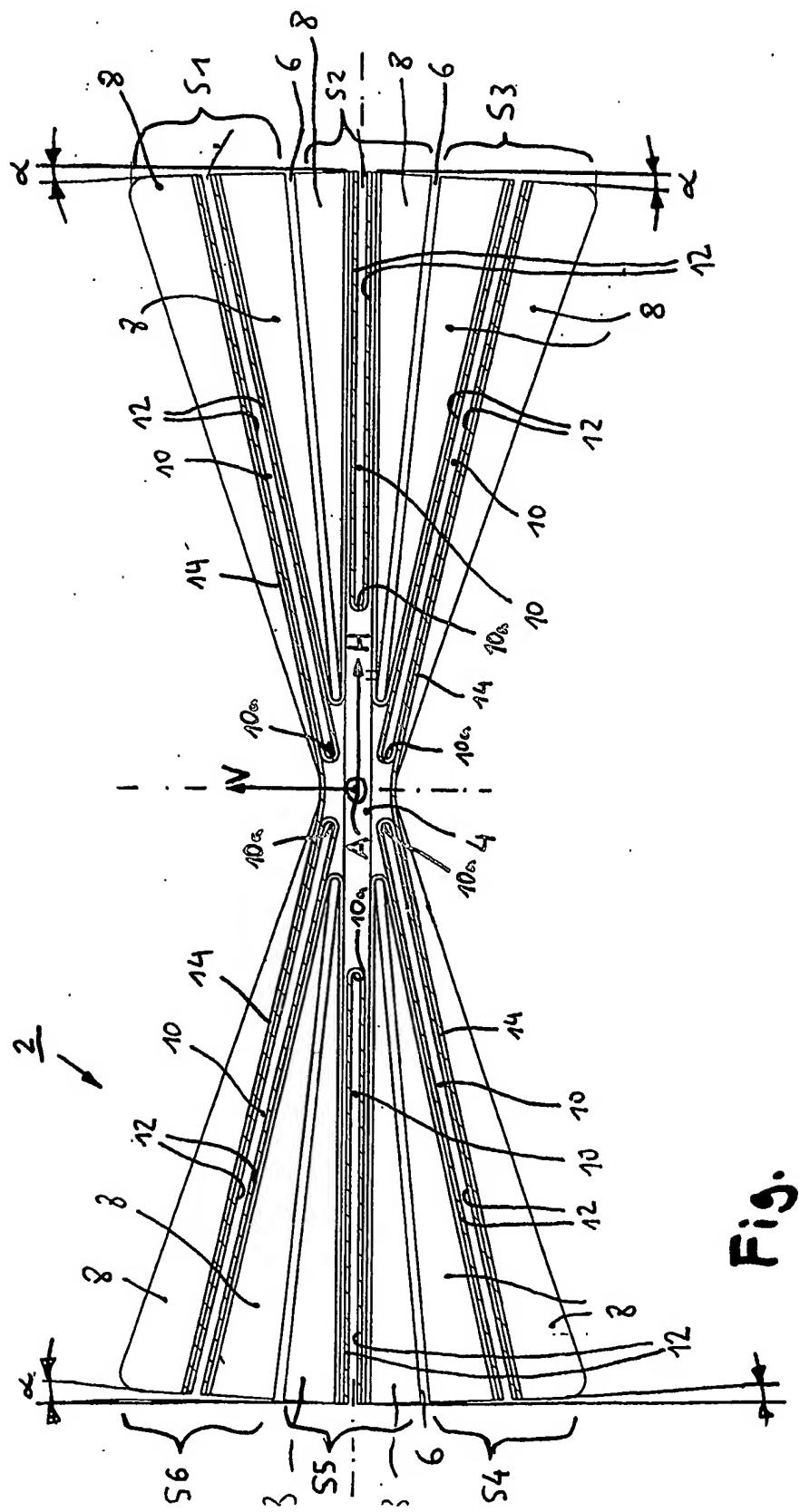


Fig.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/14215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B64C27/33

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B64C B29D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 358 381 A (COVINGTON CECIL E ET AL) 25 October 1994 (1994-10-25) cited in the application figure 8	1
A	---	2-15
X	US 4 650 401 A (YAO SAMUEL S ET AL) 17 March 1987 (1987-03-17) figure 10	1
A	---	2-15
X	FR 2 608 554 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 24 June 1988 (1988-06-24) figure 3	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

19 March 2004

Date of mailing of the International search report

26/03/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Estrela y Calpe, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP 03/14215

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5358381	A	25-10-1994	NONE		
US 4650401	A	17-03-1987	NONE		
FR 2608554	A	24-06-1988	DE	3643520 A1	23-06-1988
			FR	2608554 A1	24-06-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen
PCT/EP/03/14215

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B64C27/33

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B64C B29D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 358 381 A (COVINGTON CECIL E ET AL) 25. Oktober 1994 (1994-10-25) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 8	1
A	---	2-15
X	US 4 650 401 A (YAO SAMUEL S ET AL) 17. März 1987 (1987-03-17) Abbildung 10	1
A	---	2-15
X	FR 2 608 554 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 24. Juni 1988 (1988-06-24) Abbildung 3	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
19. März 2004	26/03/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Estrela y Calpe, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Patentzeichen

PCT/EP 03/14215

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5358381	A	25-10-1994	KEINE			
US 4650401	A	17-03-1987	KEINE			
FR 2608554	A	24-06-1988	DE FR	3643520 A1 2608554 A1	23-06-1988 24-06-1988	